

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND  
 DEUTSCHES PATENTAMT



KL. 32 R 4  
 INTERNAT. KL. C 03b

# AUSLEGESCHRIFT 1 080 740

O 6110 IVc/32a

ANMELDETAG: 12. APRIL 1958

BEKANNTMACHUNG  
 DER ANMELDUNG  
 UND AUSGABE DER  
 AUSLEGESCHRIFT: 28. APRIL 1960

1

Die Erfindung betrifft Glasöfen und insbesondere eine Vorrichtung zur gleichmäßigen Beheizung der Glasmasse an ausgewählten Stellen des Ofens. Die Erfindung ist sowohl anwendbar bei der Glasherstellung im kontinuierlichen Betrieb als auch im Chargeubetrieb, wenn das Schmelzen und Vergüten des Glases entweder vollständig mit einem durch das Glas hindurchgehenden elektrischen Heizstrom (rein elektrische Heizung) erfolgt oder diese Beheizung mit einer Strahlungsbeheizung durch Verbrennen von Brennstoffen kombiniert wird.

Es ist seit einiger Zeit in der Glasindustrie bekannt, daß beim Schmelzen von Glas in der geschmolzenen Glasmasse Konvektionsströme erzeugt und aufrechterhalten werden. Bis vor kurzem wurden diese Konvektionsströme als vorteilhaft angesehen und daher gefördert. Es konnte nun insbesondere bei Anordnungen, bei denen die Charge der Rohstoffe als Abdeckung der Schmelzmasse eingebracht wird, festgestellt werden, daß diese Ströme im Glas unerwünscht und unnötig sind. Die durch diese Konvektionsströme in der Glasmasse der Schmelzzone erzeugte Turbulenz hat zur Folge, daß ungeschmolzene Chargenbestandteile und andere Verunreinigungen von der Schmelzzone in die Vergütungszone übertragen werden. In der Vergütungszone des Ofens können durch eine Turbulenz in der Glasmasse feuerfeste Teile, ungeschmolzene Chargenbestandteile und sonstige Verunreinigungen aufgewirbelt und in den Arbeitsraum des Ofens gefördert werden, von dem aus das Glas den Maschinen zugeführt wird, welche die Fertigprodukte herstellen.

Eine Verminderung der im Ofen auf die Glasmasse einwirkenden Konvektionsströme hat eine Verminderung des Ofenverschleises und der Erosionerscheinungen zur Folge. Die Konvektionsströme lassen sich vermindern, indem man dem Glas die Wärme gleichmäßig zuführt.

Man hat deswegen vorgeschlagen, die Elektroden im Ofen im Winkel zueinander anzuordnen. Um eine gleichmäßige Temperatur innerhalb der Glasmasse zu erzielen, hat man auch schon Glasöfen mit doppelter Beheizung angewendet, eine innere Beheizung mittels stromdurchflossener und in die Glasmasse hineinragender Elektroden und einer Beheizung von außen, um Wärmeabstrahlungen zu vermeiden und sogar noch Wärme von außen zuzuführen. Ein anderer Vorschlag ging darauf hinaus, den Strom von der Glasmasse von drei, in einem etwa gleichen Winkel zueinander stehenden Punkten aus zuzuführen und den Mittelpunkt des Ofens über Elektroden zu verbinden.

Die Aufgabe wurde nun bei einer Vorrichtung zur gleichmäßigen Beheizung der Glasmasse eines Glasschmelzofens mit in der Schmelzkammer des Ofens

Vorrichtung zur gleichmäßigen elektrischen Beheizung von Glas

Anmelder:

Owens-Illinois Glass Company,  
 Toledo, Ohio (V. St. A.)

Vertreter: Dr.-Ing. H. Negendank, Patentanwalt,  
 Hamburg 36, Neuer Wall 41

Beanspruchte Priorität:  
 V. St. v. Amerika vom 15. April 1957

Herbert Mitchell Augsburger, Sylvania, Ohio  
 (V. St. A.),

ist als Erfinder genannt worden

2

im wesentlichen horizontal angeordneten Elektroden gelöst, durch mindestens sechs oder eine durch drei teilbare Anzahl von Elektroden, die mit ihren freien Enden an den Ecken eines in einer horizontalen Ebene im Abstand vom Ofenboden liegenden regelmäßigen Vierecks liegen, so daß der Abstand zwischen benachbarten Elektrodenenden bei allen benachbarten Elektroden gleich ist, durch Anschluß eines mehrphasigen Stroms an die Elektroden, wobei dessen Phasenzahl der Anzahl der Elektroden entspricht, und eine solche Einstellung der Phasen und Amplitudenunterschiede zwischen den einzelnen Kreisen, daß das Verhältnis von Spannung zu Elektrodenabstand bei allen Elektrodenpaaren gleich ist. Infolgedessen wird die Glasmasse von einer Vielzahl von einander völlig unabhängigen Stromkreise durchflossen und auf diese Weise völlig gleichmäßig erwärmt. Hierbei hat sich übrigens die horizontale Lage der Elektroden als sehr vorteilhaft erwiesen. Durch die horizontale Anordnung der Elektroden und durch die beschriebene Stromzuführungshöhe wird eine im wesentlichen gleichmäßige Erhitzung über die ganze Ebene des von den Elektroden gebildeten Vierecks erreicht, wodurch Konvektionsströme wirksam vermieden werden. Wichtig ist, daß in der Mitte des durch die freien Elektrodenenden bestimmten Vierecks kein elektrisch neutraler Punkt entsteht. In der durch die freien Elektrodenenden bestimmten Ebene findet eine durchaus gleichmäßige Erhitzung statt.

009 507/105

1080740

3

Hierdurch werden, wie schon bereits erwähnt, Konvektionsströme wirksam vermieden.

Die sechs Elektroden liegen mit ihren inneren Enden an den Ecken eines regelmäßigen Sechsecks, und alle Elektroden sind an einer anderen Phase einer sechphasigen Stromquelle angeschlossen.

Diese Gleichmäßigkeit der Erhitzung kann auch dadurch erhöht werden, indem zwölf Elektroden mit ihren inneren Enden an den Ecken eines regelmäßigen Zwölfecks liegen und daß alle Elektroden an einer anderen Phase einer zwölphasigen Stromquelle angeschlossen sind. Bei einer derartig engen Unterteilung ist die Stromverteilung im Bad und damit die Erwärmung des Bades vollkommen gleichmäßig. Eine noch weitere Verbesserung, besonders bei sehr tiefen Bädern, wird dadurch erreicht, indem die Seitenwände des Ofens von einer Mehrzahl von Elektrodengruppen durchsetzt sind, von denen jede einzelne Gruppe in einer im wesentlichen horizontalen gemeinsamen Ofenebene liegt, und daß die Anzahl der gemeinsamen Ebenen der Anzahl der Elektrodengruppen entspricht. Hierdurch wird besonders bei sehr großen Ofen erreicht, daß sich nicht doch noch Zonen verschiedener Temperatur bilden. Je größer der Ofen ist, desto mehr horizontale Elektrodenebenen werden übereinander angeordnet.

Die Schaltung der Elektroden erfolgt in der Weise, daß jede Phase eine sekundäre Transistorwicklung aufweist, von denen jeweils sechs in Doppelsternschaltung mit umgekehrter Phasenverdritung zwischen jeder der beiden Sternschaltungen geschaltet sind, wobei jeweils drei Elektroden abwechselnd im Stern geschaltet sind.

In den Zeichnungen zeigt

Fig. 1 eine Draufsicht auf eine sechseckige Glasschmelzvorrichtung mit einer Gruppe von gleichförmig in Art eines regelmäßigen Sechsecks verteilten Elektroden, gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 2 eine geschnittene Seitenansicht entlang der Schnittlinie 2-2 der Fig. 1.

Fig. 3 eine Draufsicht auf eine Glasschmelzvorrichtung, bei der die Elektroden mit gleichförmigem Abstand an den Ecken eines regelmäßigen Sechsecks angeordnet sind, gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 4 eine geschnittene Seitenansicht entlang der Linie 4-4 der Fig. 3, in welcher drei Gruppen von Elektroden von den Seitenwandungen aus in die Schmelzzone des Ofens hineinragen und dabei auf drei ausgewählte parallele Ebenen des Ofens verteilt sind,

Fig. 5 eine Draufsicht auf eine sechseitige Schmelzvorrichtung, die der Fig. 1 ähnlich ist, gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 6 eine schematische Draufsicht auf die Arbeitszone des Ofens, in welcher schematisch die Elektrodenanschlüsse für die in Form von zwei sich gegenüberliegenden Dreiecke angeordneten Elektroden dargestellt sind, wobei die Anschlüsse einer zweiphasigen Stromquelle an zwei gleich große Katheten der Dreiecke angeschlossen sind, gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 7 ein schematischer Anschlußplan für die in einem regelmäßigen Sechseck angeordneten Elektroden gemäß Fig. 1 bis 5,

Fig. 8 ein schematischer Anschluß für die Elektrodenanordnung gemäß Fig. 6,

Fig. 9 ein schematischer Anschlußplan für die Doppelsehnenverbindung einer zwölphasigen Strom-

4

quelle mit den in Form eines Zwölfecks angeordneten Elektroden in der Schmelzzone.

Der Kernpunkt der Erfindung ist die Anordnung einer elektrischen Beheizung in einer vorgegebenen Zone des Glasofens unter Sicherstellung einer gleichförmigen Beheizung zwischen den mit Abstand angeordneten Elektroden. Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung werden die Elektroden in einer gemeinsamen Ebene des Ofens so verteilt, daß ihre nach innen ragenden Enden untereinander gleichförmige Abstände haben und in einer ausgewählten Ebene des Ofens eine geometrische Figur umschließen. Wenn den in dieser Weise im Ofen angeordneten Elektroden mehrphasige elektrische Energie zugeführt wird, entspricht die Anzahl der Phasen der mehrphasigen Stromquelle vorzugsweise der Anzahl der gleichen Abstände auf dem Umfang der so umrissenen geometrischen Figur, so daß dann die elektrische Energie in dieser Ebene des Ofens mit gleichförmiger Spannung je Pfadlänge innerhalb des Glases zugeführt wird. Dies heißt mit anderen Worten, daß zwei Stellen des Ofens, die in dieser Ebene um einen Zentimeter aneinanderliegen, untereinander die gleiche Spannungsdifferenz haben wie zwei andere Punkte dieser Ebene, die auch um einen Zentimeter aneinanderliegen. Auf diese Weise ergibt sich in dieser Ofenebene eine gleichförmige Energiezufuhr, die dann auch zu einer gleichförmigen Glastemperatur in dieser Ebene führt. Durch eine gleichförmige Wärmezufuhr zum Glas werden in der Glasmasse auftretende Konvektionsströme auf ein Minimum herabgesetzt. Wenn in an sich bekannter Weise nach dem Jouleschen Prinzip beheizt wird, ist die zugeführte Wärme dem elektrischen Energieverbrauch unmittelbar proportional. Wenn aber in einer ausgewählten Ebene des Ofens das Glas gleichförmig beheizt wird, so daß sein Widerstand im wesentlichen konstant bleibt, ändert sich die Energie unmittelbar mit dem Quadrat der Spannung. Wenn somit gemäß der vorliegenden Erfindung der Spannungswert je Längeneinheit zwischen einem beliebig ausgewählten an die Stromquelle angeschlossenen Elektrodenpaar gleich groß ist, ergibt sich auch der gleiche Energieverbrauch. Da die Leistung als Funktion der Spannung und des mit dem Strom gespeisten Widerstands gemessen wird, ist die Joulesche Heizwirkung auch für die genannte Längeneinheit die gleiche. Das Ergebnis ist somit eine gleichförmige Beheizung des Ofenraums.

Es sollen nun an Hand der Zeichnungen die erfundungsgemäße Konstruktion und die verwendeten Stromkreise näher beschrieben werden.

In den Fig. 1 und 2 ist die sechseckige Schmelzkammer 10 eines Ofens dargestellt. Diese Schmelzkammer besteht aus einer Bodenfläche 11 und sechs Seitenwänden 12. Die Chargen der Rohstoffe werden durch die obere Öffnung in die Schmelzkammer 10 eingebracht, so daß, wie die Fig. 2 zeigt, über dem geschmolzenen Glas G in der Schmelzkammer 10 eine Abdeckung M durch die Rohstoffe entsteht (Fig. 2). Diese Abdeckung M ist relativ dünn im Verhältnis zur Dicke des darunter befindlichen geschmolzenen Glases G. Ein Abfluß 13, der in einer Seitenwand 12 in Rennähe des Bodens 11 angeordnet ist, steht über einen Kanal 14 mit einer nicht dargestellten Vergütungskammer in Verbindung. Sechs Elektroden 15 bis 20 sind als Gruppe so angeordnet, daß sie durch Öffnungen der Seitenwandungen 12 in die Schmelzkammer hineinragen und mit ihren inneren Enden die Eckpunkte eines regelmäßigen Sechsecks bilden, welches in einer ausgewählten horizontalen Ebene der

1080740

5.

Schmelzkammer 10 liegt und mit gestrichelten Linien in Fig. 1 eingezeichnet ist. Die Gruppe von Elektroden 15 bis 20 liegt in einer horizontalen Ebene in der Nähe der Mitte der Schmelzkammer 10. Jede der Elektroden ist elektrisch leitend mit je einer der Phasen einer sechsphasigen Stromquelle verbunden, wie dies nachfolgend noch ausführlicher beschrieben wird. Diese elektrischen Leitungen 27 bis 32, mit denen die Elektroden 15 bis 20 mit den entsprechenden sechs Phasen der Sekundärseite eines Speisetransformators verbunden sind, finden sich in dem elektrischen Schaltbild der Fig. 10 wieder.

Bei der Schaltung gemäß der Fig. 7 sind die drei Phasen eines Dreistromnetzes mit den Bezugszeichen 33, 34 und 35 versehen. Die Primärwicklungen der Transformatoren 36, 37 und 38 sind in Dreieckschaltung an die drei Phasen des Dreistromnetzes angeschlossen. Die Sekundärwicklungen der Transformatoren 39 bis 44 sind zu zwei Dreiecken mit gegenseitigem Phasenumlauf zusammengeschaltet, wobei die Wicklungen 39, 41 und 43 das eine Dreieck und die Sekundärwicklungen 40, 42 und 44 das andere Dreieck mit entgegengesetztem Umlaufsinn bilden. Die Leitung 27 der Elektrode 15 ist an die Sekundärwicklung 39, die Leitung 29 der Elektrode 17 ist an die Sekundärwicklung 41 und die Leitung 31 der Elektrode 19 an die Sekundärwicklung 43 angeschlossen. In ähnlicher Weise, jedoch mit entgegengesetztem Phasenumlauf, ist die Leitung 28 der Elektrode 16 mit der Sekundärwicklung 42, die Leitung 30 der Elektrode 18 mit der Sekundärwicklung 40 verbunden. Wenn die Elektroden 15 bis 20 auf diese Weise mit einer sechsphasigen Stromquelle verbunden sind, fließt der Strom zwischen diesen Elektroden durch das Glas hindurch, wie es mit den in Fig. 7 eingezeichneten Stromlinien 35 angedeutet ist.

Das vorstehend beschriebene Anschlußschema erläutert nur eine Möglichkeit, die Sechselektrodenanordnung anzuschließen. Andere brauchbare Anschlußschemen werden verwirklicht, indem man ein Driphasennetz in ein Sechphasennetz (an den Sekundärwicklungen der Transformatoren) verwandelt und dabei die Primärwicklungen (wie Fig. 7 zeigt) in Dreieck schaltet und die Sekundärwicklungen der Transformatoren in einer Doppelstern-, Sehnen- oder Ringzschaltung zusammenschaltet. Die Primärwicklungen 36, 37 und 38 können auch genauso wie die erwähnten Sekundärwicklungen in Stern geschaltet sein. Diese und weitere Schaltverbindungen für parallel arbeitende Transformatoren sind in Kent's Mechanical Engineer's Handbook, 11. Ausgabe, Verlag John Wiley and Sons, in den Abschnitten 15-18 und 15-19 und insbesondere in der Tabelle 13 der Abschnitte 15-19 beschrieben.

In den Fig. 3 und 4 ist eine weitere erfundungsgemäß ausgebildete Elektrodenanordnung dargestellt. Die Schmelzkammer 45 weist eine Bodenfläche 46, zwei gegenüberliegende Seitenwände 47, eine Stirnwand 47a und eine dieser Stirnwand 47a gegenüberliegende U-förmige Stirnwand 47c - 47b - 47c auf, welche sich im Bereich des Abflusses der Schmelzkammer befindet. Das Rohmaterial wird der Schmelzkammer von oben als Abdeckung zugeführt, wie es an Hand der Fig. 1 und 2 beschrieben wurde. Der Abfluß des Glases erfolgt über eine Auslaßöffnung 13, die zu einem tiefliegenden Kanal 14 führt, welcher mit der nicht dargestellten Vergütungskammer verbunden ist. Durch die beiden Seitenwände 47 und die Stirnwand 47a ragen drei Gruppen von Elektroden 15 bis 20, 15a bis 20a und 15b bis 20b in die Schmelz-

6

kammer 45 hinein. Diese Elektroden sind so angeordnet, daß sie, wie in Fig. 3 mit gestrichelten Linien dargestellt, die Eckpunkte eines regelmäßigen Sechsecks bilden. Jede der Elektrodengruppen 15 bis 20, 15a bis 20a und 15b bis 20b liegt in einer gesonderten horizontalen Ebene der Schmelzkammer 45. Diese einzelnen Ebenen liegen parallel zueinander. Die Elektroden 15, 16, 19 und 20 sind senkrecht durch die Wände 47 und 47a hindurchgeführt. Indem man die Elektroden, wie es bei den Elektroden 17 und 18 dargestellt ist, schräg anstellt, kann der Verschleiß an den feuерfesten Blöcken vermindert werden. Durch eine solche Schräganstellung wird aber eine Vergrößerung der Elektrodenlänge bedingt. Die Fig. 3 zeigt beide Arten der Anbringung. Die Elektroden sind in ähnlicher Weise an eine sechsphasige Stromquelle angeschlossen, wie es zuvor an Hand der Fig. 7 erläutert wurde, wobei jedoch die einander entsprechenden Elektroden einer jeden Gruppe parallel zueinander an die entsprechende Sekundärphase des Transformators angeschlossen sind. Beispielsweise verbindet die Leitung 27a die drei Elektroden 15, 15a und 15b in Parallelschaltung mit der Sekundärwicklung 39 usw. (Fig. 7). Die Transformatoranschlüsse können so vorgenommen werden, daß ein dreiphasiges Netz an der Sekundärseite der Transformatoren in ein Sechphasennetz umgewandelt ist. Es können hierzu beliebige der vorwähnten Transformatoranschaltverbindungen verwendet werden.

Aus der Fig. 9 ist ersichtlich, daß die Elektroden 53 bis 64 in Art von Doppelsehnen an einen Zwölphasentransformator angeschlossen sind. Jede Elektrode liegt an einer verschiedenen Phase der Sekundärwicklungen des Transformators. Die Primärwicklungen 36, 37 und 38 sind in Dreieckschaltung an die drei Leitungen 33, 34 und 35 eines normalen Dreistromnetzes angeschlossen. Bei der Herstellung des Doppelsehnenverbindungen ist die Sekundärwicklung 39 des Transformators mit dem gegenüberliegenden Elektroden 53 und 60 verbunden, wobei der Richtungssinn der Wicklung 39 so gewählt ist, daß der Strom von der Elektrode 60 zur Elektrode 53 fließt. In gleicher Weise ist die Sekundärwicklung 40 so angeschlossen, daß sie einen Stromfluß von der Elektrode 59 zur Elektrode 54 verursacht. Die Sekundärwicklung 41 sorgt für einen Stromfluß von der Elektrode 55 zur Elektrode 62, die Wicklung 42 für einen Stromfluß von der Elektrode 56 zur Elektrode 61, und letztere sind die Sekundärwicklungen 43 und 44 an die Elektroden 64 und 57 bzw. 63 und 58 so angeschlossen, daß sie phasenparallel arbeiten. Der Stromfluß erfolgt jedoch zwischen allen Elektroden 53 bis 64, da es den Strömen in dem Glas nicht möglich ist, die Transformatorwicklung zu bestimmen, zu der sie gehören. Dies ist ein besonderes Kennzeichen aller Transformatorenbüre, die an einen gemeinsamen Widerstand angeschlossen sind, der aus der Glasmasse zwischen den Elektroden besteht. Dieser Stromtausch ist in der Fig. 14 durch Stromfäden zwischen den Elektroden dargestellt. Die beschriebene Anordnung, bei der eine Gruppe von zwölf Elektrodenanschlüssen mit einer zwölfphasigen Stromquelle verbunden ist, hat die folgenden Vorteile: 1. Zur Erzielung gleich großer Heizwirkungen können kleinere Elektroden verwendet werden; so daß sich geringere Elektroden Kosten und geringere Wärmeverluste ergeben, daß die Gefahr eines Einsickens von Glas in die Elektrodenhalter hinein verhindert und auf Grund des geringeren Elektrodengewichts eine einfachere Behandlung der Elektroden möglich wird. 2. Es wird weniger Strom

1 080 740

7

je Elektrodenanschluß benötigt, so daß sich einfachere und billigere Elektrodenanschlüsse ergeben. 3. Der Ofenraum wird besser ausgenutzt.

In der Fig. 6 ist noch eine weitere Ausführungsform der Erfindung erläutert, bei der zwei Gruppen von Elektroden 83, 84 und 85 bzw. 83 a, 84 a und 85 a durch den Boden des Vorherds 49, welcher als Arbeitszone des Ofens dient, hindurchragen. Die Abfuhr des Glases aus dem Vorherd 49 erfolgt über eine Öffnung 68. Die zwei Gruppen von Elektroden 83 bis 10 85 bzw. 83 a bis 85 a liegen in einer horizontalen Ebene des Vorherds 49 und sind dabei so angeordnet, daß sie zwei rechtwinklige Dreiecke bilden. Die von den entsprechenden Elektrodengruppen gebildeten rechtwinkeligen Dreiecke liegen so, daß ihre Hypotenosen neben- 15 einander parallel in dem Vorherd 49 zu liegen kommen. Die einander entsprechenden Elektroden jeder Gruppe sind paarweise, d. h. 83 und 83 a, 84 und 84 a und 85 und 85 a parallel geschaltet. Eine transformatorisch gewonnene zweiphasige Stromquelle ist an 20 die entsprechenden gleich großen Schenkel eines jeden Dreiecks angeschlossen, wie dies schematisch in der Fig. 9 dargestellt und anschließend an Hand der Fig. 8 näher erläutert werden soll.

Bei der Schaltung gemäß Fig. 8 ist eine übliche 25 Drehstromquelle mit ihren Leitungen 39, 34 und 35 an die Primärwicklungen 23 und 24 eines Transformators in T-Schaltung angeschlossen. Die Sekundärwicklungen 86 und 87 des Transformators sind ebenfalls in T-Schaltung miteinander verbunden, um die 30 dreiphasige Stromquelle in eine zweiphasige Stromquelle zu verwandeln, deren Phasen in der Fig. 8 mit I und II bezeichnet sind. Die Phase I ist mit den Elektroden 83 bis 83 a und 84 bis 84 a und die Phase II mit den Elektroden 84 bis 84 a und 85 bis 85 a verbun- 35 den, so daß der Strom in den entsprechenden Phasen I und II eine Richtung erhält, die den gleichen Seiten des rechtwinkeligen Dreiecks entspricht.

Nachdem nunmehr verschiedene Ausführungsformen der Erfindung beschrieben und erläutert wurden, sei 40 noch erwähnt, daß die Elektroden in jeder Zone des Ofens in einer oder mehreren Gruppen angeordnet sein können, wobei jede Gruppe mit den Elektroden so ausgerichtet ist, daß deren freie Enden in einer ausgewählten Ebene liegen und dort eine geometrische 45 Figur mit zwei oder mehr gleichen Seiten bilden. Wenn man einen Mehrphasenstrom gleichen Elektrodengruppen zuführt — wobei die Phasenzahl des Stroms der Anzahl der gleichen Seiten der geometrischen Figur entspricht, erzeugt die jeder Elektroden- 50 gruppe zugeführte Energie zwischen jedem ausgewählten Paar einer Elektrodengruppe und auch zwischen einem beliebigen anderen Elektrodenpaar dieser Gruppe das gleiche Verhältnis von Spannung zu Elektrodenabstand. Es ergibt sich somit eine gleich- 55 förmige Beheizung in dieser Ebene des Ofens.

Die besondere Ebene des Ofens, der die Wärme zugeführt werden soll, kann man durch die Anbringung der Elektroden leicht auswählen. Obwohl es im allgemeinen erwünscht ist, die Wärme in einer horizontalen Ebene oder in mehreren parallelen horizontalen Ebenen des Ofens zuzuführen, liegt es durchaus im Rahmen der Erfindung, die Ebene, in der die Wärme zugeführt wird, schräg zu stellen, wie es die eine beschriebene Ausführungsform der Erfindung zeigt. 60

Unter dem Ausdruck »geometrische Figur«, wie es hier verwendet wird, sollen geometrische Figuren ver-

8

standen werden, die man dadurch erzeugt, daß man die freien Enden der Elektroden zu einem flächigen zweidimensionalen Gebilde einer regelmäßigen geometrischen Figur verbindet. Solche regelmäßigen geometrischen Figuren können beispielsweise ein regelmäßiges Sechseck, ein gleichseitiges Dreieck, ein Quadrat, ein Zwölfeck oder ein rechtwinkliges Dreieck sein.

Zahlreiche weitere Ausführungsformen liegen, wie sich aus den nachfolgenden Patentansprüchen ergibt, durchaus im Rahmen der vorliegenden Erfindung.

#### PATENTANSFROCHE:

1. Vorrichtung zur gleichförmigen Beheizung der Glasmasse eines Glasschmelzofens mit in der Schmelzkammer des Ofens im wesentlichen horizontal angeordneten Elektroden, gekennzeichnet durch mindestens sechs oder eine durch drei teilbare Anzahl von Elektroden (15 bis 20), die mit ihren freien Enden an den Ecken eines in einer horizontalen Ebene im Abstand vom Ofenboden liegenden regelmäßigen Vielecks liegen, so daß der Abstand zwischen zwei benachbarten Elektrodenenden bei allen benachbarten Elektroden gleich ist; durch Anschluß eines mehrphasigen Stroms an die Elektroden, wobei dessen Phasenzahl der Anzahl der Elektroden (15 bis 20) entspricht, und einer solchen Einstellung der Phasen- und Amplitudenunterschiede zwischen den einzelnen Kreisen, daß das Verhältnis von Spannung zu Elektrodenabstand bei allen Elektrodenpaaren gleich ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sechs Elektroden (15 bis 20) mit ihren inneren Enden an den Ecken eines regelmäßigen Sechsecks liegen, und daß alle Elektroden (15 bis 20) an eine andere Phase einer sechspoligen Stromquelle über Kondensatoren (39 bis 44) angeschlossen sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwölf Elektroden (53 bis 64) mit ihren inneren Enden an den Ecken eines regelmäßigen Zwölfecks liegen, und daß alle Elektroden an eine andere Phase einer zwölfphasigen Stromquelle über Kondensatoren (39 bis 44) angeschlossen sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Seitenwände (12) des Ofens von einer Mehrzahl von Elektrodengruppen durchsetzt sind, von denen jede einzelne Gruppe in einer im wesentlichen horizontalen gemeinsamen Ofenebene liegt, und daß die Anzahl der gemeinsamen Ebene der Anzahl der Elektrodengruppen entspricht (Fig. 4).

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß jede Phase eine sekundäre Transformatorwicklung aufweist, von denen jeweils sechs in Doppelsternschaltung mit umgekehrter Phasenverdrehung zwischen jeder der beiden Sternschaltungen geschaltet sind, wobei jeweils drei Elektroden abwechselnd im Stern geschaltet sind.

In Betracht gezogene Druckschriften:  
Deutsche Patentschriften Nr. 807 127, 893 706;  
schweizerische Patentschriften Nr. 210 807, 246 442;  
Zeitschrift »Sprechsaal f. Keramik, Glas, Emaille«,  
Jahrg. 84, 1951, Nr. 6, S. 108 bis 112.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

© 099 507/106 4-60

BEST AVAILABLE COPY

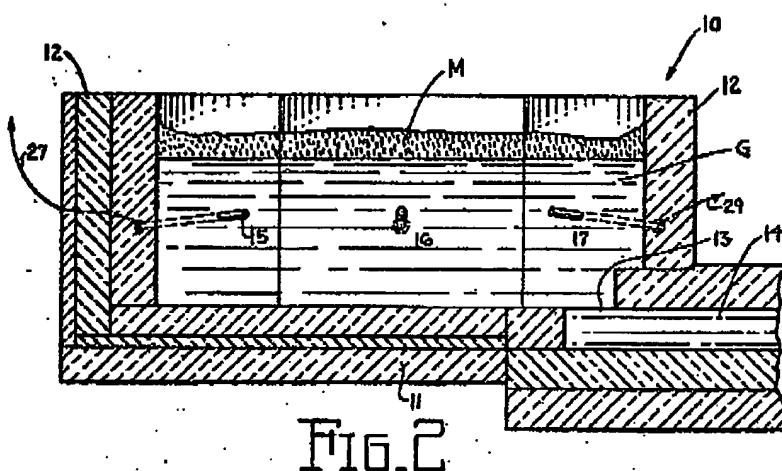
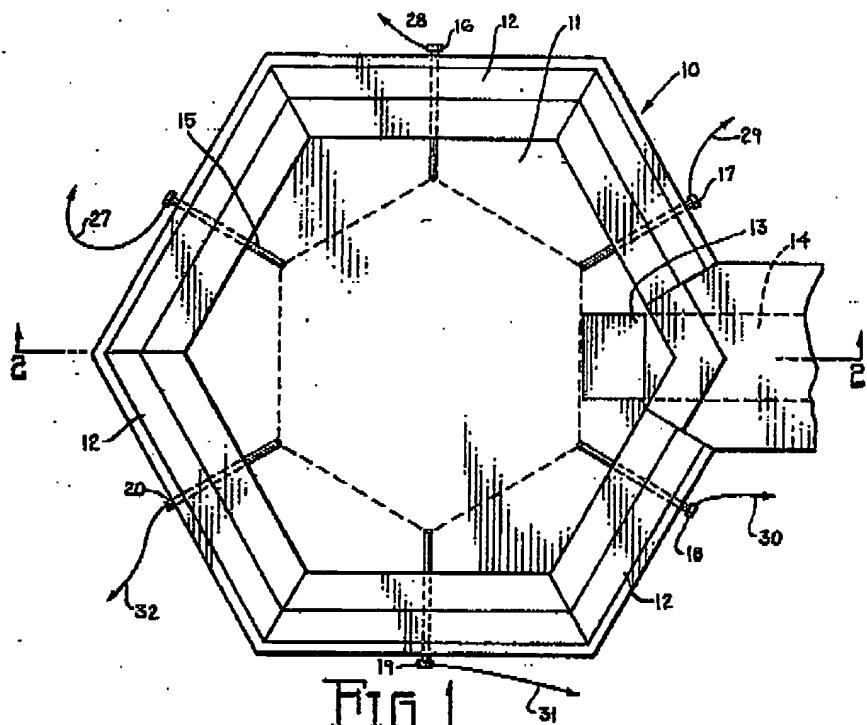
ZEICHNUNGEN BLATT 1

AUSGABETAG: 28. APRIL 1960

DAS 1080740

KL 32 a 4

INTERNAZ. KL. C 03 b



ZEICHNUNGEN BLATT 1

AUSGABETAG: 28. APRIL 1960

**DAS 1080740**

KL. 32 a 4

INTERNAT. KL. C03 b

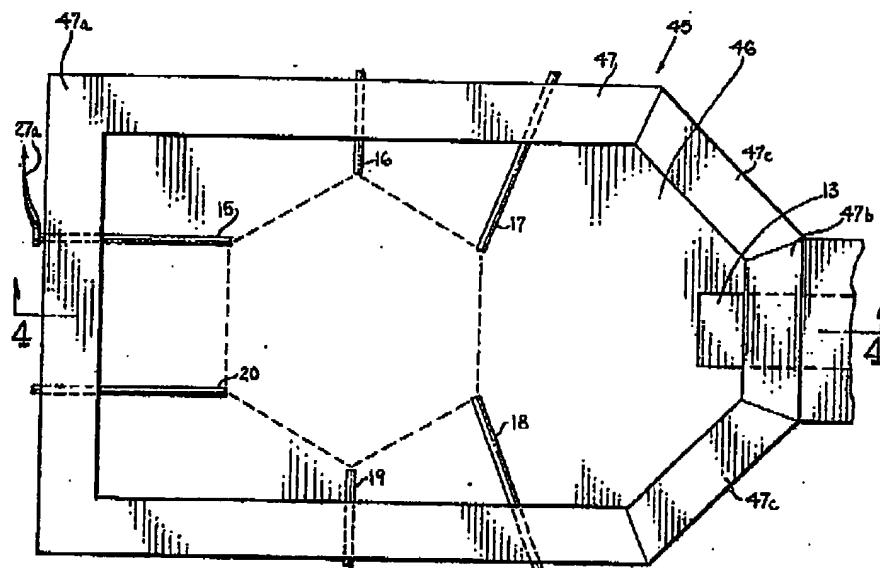


FIG. 3

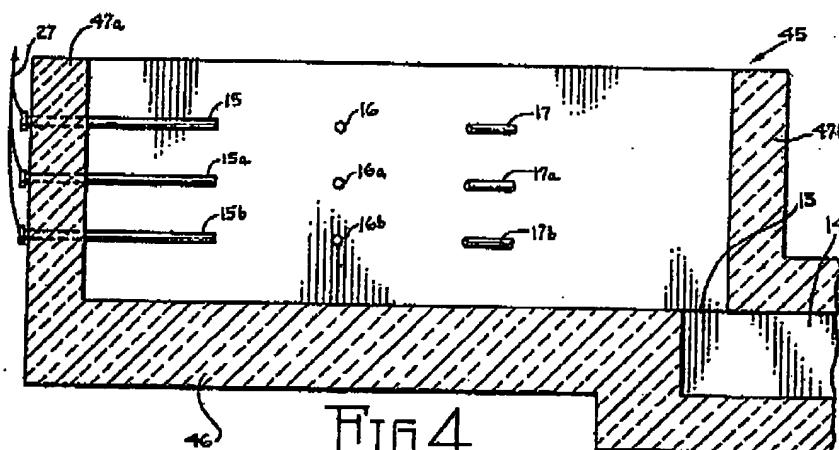


FIG. 4

ZEICHNUNGEN BLATT 2

AUSGABETAG: 23. APRIL 1960

DAS 1080740

KL.32 a 4

INTERNAT. KL. C 03 b

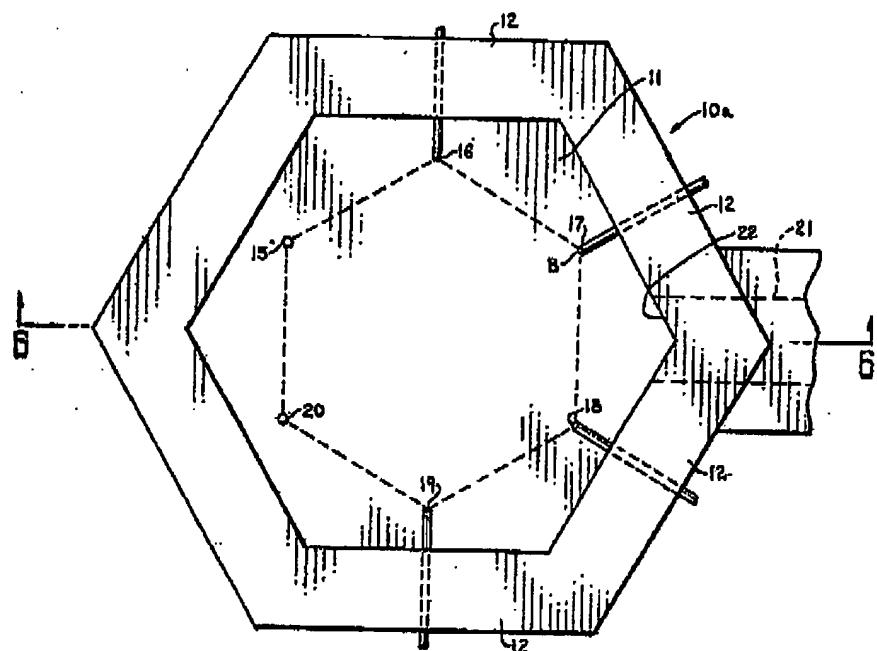


Fig. 5

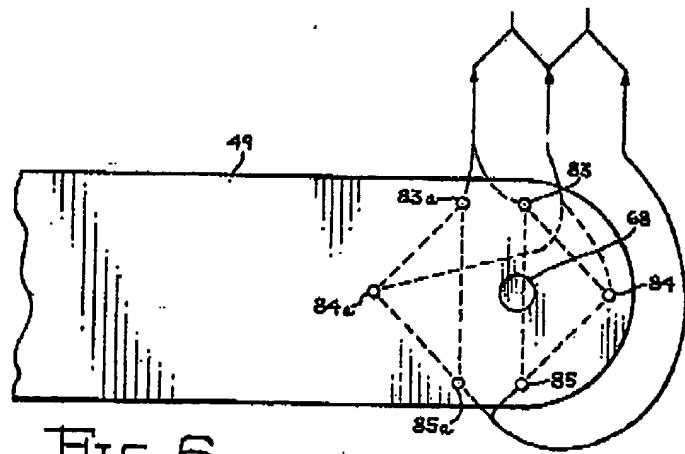


FIG. 6

ZEICHNUNGEN BLATT 2

AUSGABETAG: 23. APRIL 1960

DAS 1080740

KL. 32 a 4

INTERNAZ. KL. C 03 b

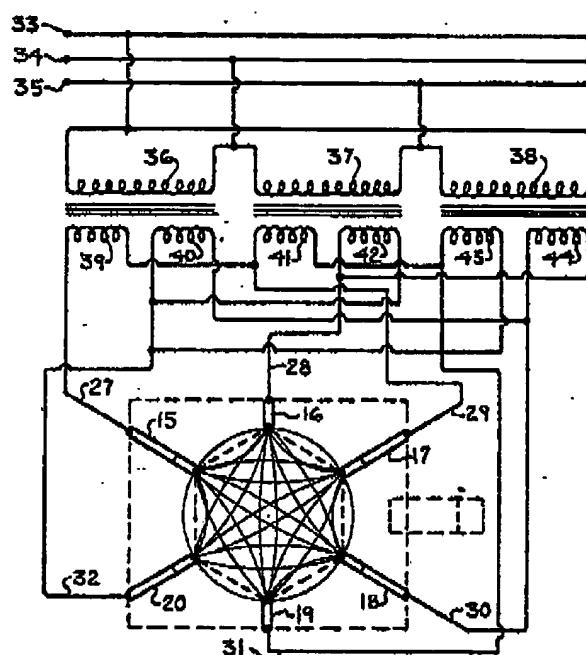


FIG. 7

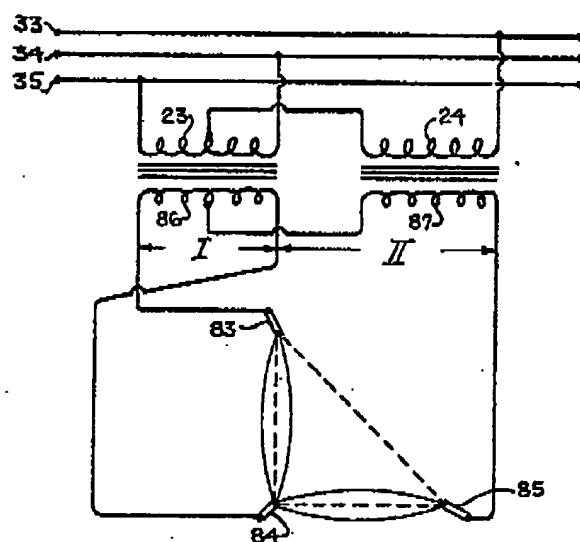


FIG. 8

ZEICHNUNGEN BLATTE

AUSGABETAG: 22. APRIL 1960

DAS 1080740

KL.32 a 4

INTERNAT. KL. C 03 b

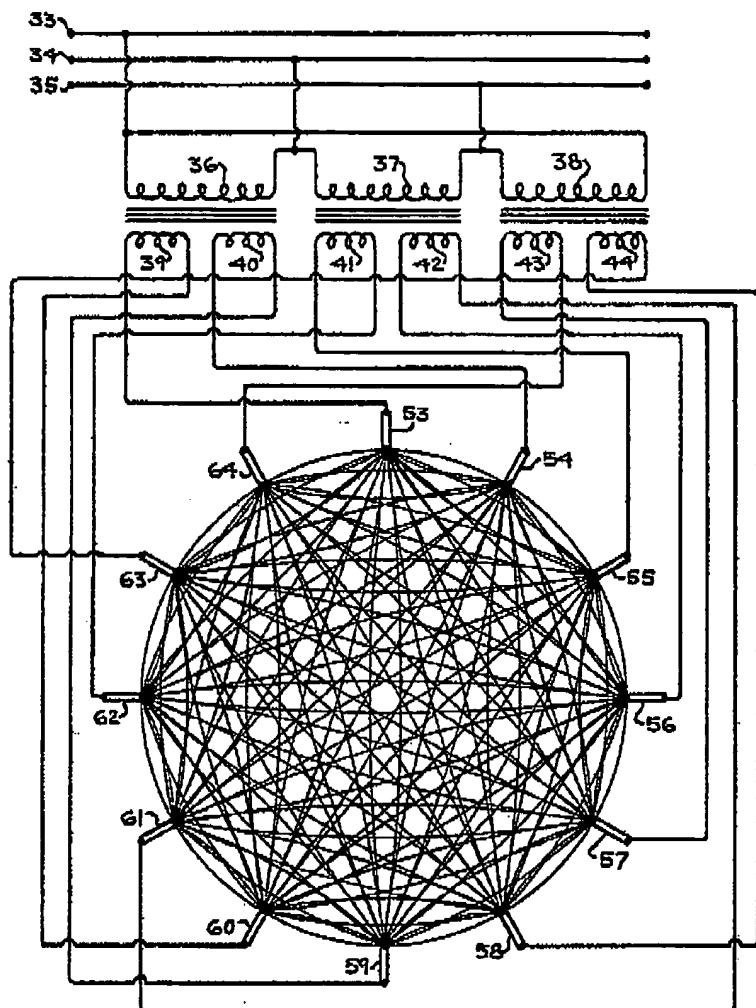


FIG.9

000 507/106